

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 4 月 15 日 (15.04.2004)

PCT

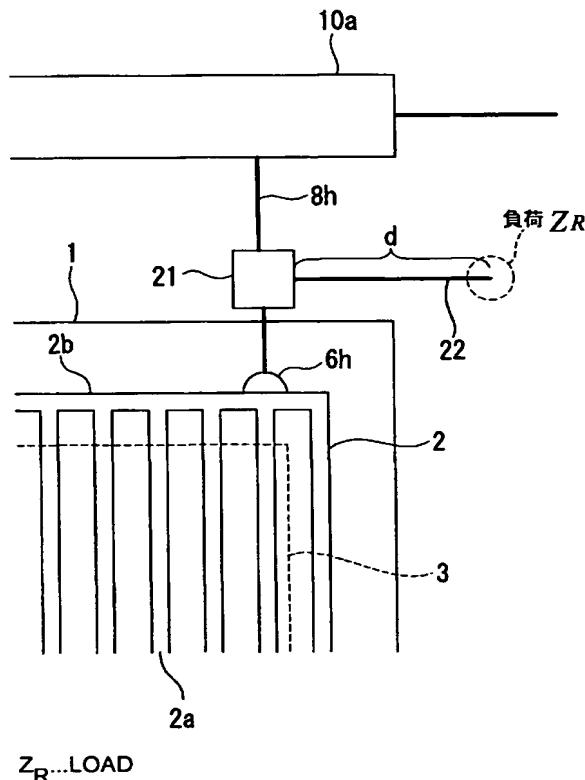
(10) 国際公開番号  
WO 2004/031442 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: C23C 16/509, H01L 21/205, H05H 1/46, B01J 19/08  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012563  
(22) 国際出願日: 2003 年 10 月 1 日 (01.10.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ: 特願2002-288997 2002 年 10 月 1 日 (01.10.2002) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES) [JP/JP]; 〒108-8215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).  
(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 川村 啓介 (KAWAMURA, Keisuke) [JP/JP]; 〒851-0392 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内 Nagasaki (JP). 山田 明 (YAMADA, Akira) [JP/JP]; 〒851-0392 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内 Nagasaki (JP). 真島 浩 (MASHIMA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒851-0392 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内 Nagasaki (JP). 田頭 健二 (TAGASHIRA, Kenji) [JP/JP]; 〒851-0392 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内 Nagasaki (JP). 竹内 良昭 (TAKEUCHI, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒850-8610

[続葉有]

(54) Title: PLASMA PROCESSING SYSTEM AND ITS SUBSTRATE PROCESSING PROCESS, PLASMA ENHANCED CHEMICAL VAPOR DEPOSITION SYSTEM AND ITS FILM DEPOSITION PROCESS

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置とその基板処理方法、及びプラズマ化学蒸着装置とその製膜方法



(57) Abstract: A plasma processing system capable of making uniform the film thickness distribution of a substance on a substrate and its substrate processing process, and a plasma enhanced chemical vapor deposition system and its film deposition process. When a desired substance is deposited on the surface of the substrate (3), a ladder electrode (2) is supplied with high frequency powers, having an identical frequency and a phase difference varying with time, from two power supplies. In order to accelerate uniformization of film thickness distribution in the power supply direction and to make the film thickness more uniform in the direction perpendicular thereto, impedance matching is adjusted between each coaxial cable and the feeding point to a corresponding ladder electrode (2) by means of a cable (22) branched from the coaxial cable for supplying high frequency power to the ladder electrode (2). Local unbalance of film thickness distribution due to deviation of voltage distribution on the ladder electrode (2) is eliminated by regulating high frequency power being supplied to respective longitudinal electrode rods (2a) of the ladder electrode (2) and balancing the voltage distribution is balanced the left/right part with that of the central part of the substrate, thus improving the film thickness distribution characteristics in a large area substrate.

(57) 要約: 基板上的物質の膜厚分布を均一化できるプラズマ処理装置とその基板処理方法、及びプラズマ化学蒸着装置とその製膜方法を提供することを目的とする。基板 (3) の表面に希望の物質を蒸着させる際に、2つの電源から周波数が同一で位相差を時間的に変化した高周波電力をラダー電極 (2) に供給し、給電方向の膜厚分布の均一化を促進すると共に、

[続葉有]

給電方向と直角の方向の

WO 2004/031442 A1



長崎県 長崎市 飽の浦町 1 番 1 号 三菱重工業株式会社  
社 長崎造船所内 Nagasaki (JP).

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (CH, DE, GB).

(74) 代理人: 藤田 考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.); 〒  
220-0012 神奈川県 横浜市 西区みなとみらい 3-3-1  
三菱重工横浜ビル 2 4 F Kanagawa (JP).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(81) 指定国 (国内): US.

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

膜厚を均一化させるように、ラダー電極 (2) へ高周波電力を供給するための同軸ケーブルに配置した分岐ケーブル (22) により、同軸ケーブルのそれぞれと対応するラダー電極 (2) の給電点との間のインピーダンス整合の調整を行い、ラダー電極 (2) のそれぞれの縦方向電極棒 (2a) に給電される高周波電力を調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させ、ラダー電極 (2) 上の電圧分布の偏差に起因する局所的な膜厚分布の不均衡を解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善する。

## 明 細 書

プラズマ処理装置とその基板処理方法、及びプラズマ化学蒸着装置とその製膜方法

5

## 技術分野

本発明は、プラズマを発生させて基板上の物質を処理するプラズマ処理装置とその基板処理方法、及びプラズマ化学蒸着装置とその製膜方法に関する。

## 10 背景技術

従来、例えば半導体等の物質を基板に蒸着させるために、真空状態にした基板と、該基板と平行に対面配置された放電電極との間にこれらの物質を含む製膜用ガスを導入すると共に、該放電電極へ高周波電力を給電し、基板と放電電極との間にプラズマを発生させ、該プラズマにより物質を含む製膜用ガスを分解することにより目的の物質を基板に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置（プラズマCVD装置）がある（特開2001-274099号公報参照）。

15

## 発明の開示

ところで、上述のようなプラズマ化学蒸着装置では、例えば縦方向×横方向の寸法が1[m]×1[m]を超える大面積基板を製膜するような場合、生成される膜の膜厚分布を基板全体で均一化することが難しいという問題がある。

20

そのため、例えば特許文献1に記載の技術では、基板上の複数の放電電極へ給電するための複数の高周波ケーブルを均一のインピーダンスに調整し、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を安定的に供給すると共に、周波数の異なる2つの高周波電力を放電電極に供給することにより、膜厚の均一化の妨げとなる放電電極上の定在波の発生を抑制し、膜厚分布を均一化しようとするものの、放電電極の配置に起因する局所的な膜厚分布の不平衡が発生し、大面積基板における膜厚の分布特性が十分に改善されていないという問題があった。

25

特に、放電電極にラダー型電極や網目状電極を用いる場合、隣接する放電電極

が左右に存在する基板中央部の放電電極と、隣接する放電電極が左右のどちらか一方にしか存在しない、給電方向と直角の方向の基板端部（以下、基板左右部とする）近傍の放電電極とでは、その配置及び構造上、それぞれの放電電極が基板に与える影響が異なるため、蒸着される膜の膜厚分布が均一にならない傾向があった。そのため、膜厚の分布特性が均一な基板を得ようとする場合、基板左右部の膜厚が不均一な部分の利用をあきらめて、希望の大きさの基板より一回り大きな基板を製膜し、膜厚の分布特性が均一な部分のみを切り出すような処理が必要となり、物質が蒸着された基板生産の歩留まりが低下するという問題があった。

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、基板上の物質の膜厚分布を容易に均一化することができるプラズマ処理装置とその基板処理方法、及びプラズマ化学蒸着装置とその製膜方法を提供することを目的とする。

上記課題を解決するために、本発明のプラズマ処理装置は、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、処理用ガスが導入された処理室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、前記基板上の物質を処理するプラズマ処理装置において、前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整するための電圧分布調整手段を備えたことを特徴とする。

以上の構成を備えたプラズマ処理装置は、隣接する放電電極が左右に存在する基板中央部の放電電極と、隣接する放電電極が左右のどちらか一方にしか存在しない基板左右部（給電方向と直角の方向の基板端部）の放電電極との配置及び構造の違いにより偏差が発生する基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを、電圧分布調整手段を用いて均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させ、基板上の物質を均一に処理することができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に起因する局所的な膜厚分布の不均衡を解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善することができるという効果が得られる。

また、本発明のプラズマ化学蒸着装置は、高周波電力給電回路（例えば発明を実施するための最良の形態における電力分配器 10 a、10 b と高周波電源 11

a、11bとマッチングボックス12a、12b)により発生した高周波電力を複数の放電電極(例えば発明を実施するための最良の形態におけるラダー電極2の縦方向電極棒2a)へ給電し、物質を含む製膜用ガスが導入された製膜室(例えば発明を実施するための最良の形態における製膜室1)内の前記放電電極と基板(例えば発明を実施するための最良の形態における基板3)との間にプラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置において、前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整するための電圧分布調整手段を備えたことを特徴とする。

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、隣接する放電電極が左右に存在する基板中央部の放電電極と、隣接する放電電極が左右のどちらか一方にしか存在しない基板左右部(給電方向と直角の方向の基板端部)の放電電極との配置及び構造の違いにより偏差が発生する基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを、電圧分布調整手段を用いて均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させることができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に起因する局所的な膜厚分布の不均衡を解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善し、物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

また、本発明のプラズマ化学蒸着装置は、上記プラズマ化学蒸着装置において、前記電圧分布調整手段が、前記放電電極の給電点(例えば発明を実施するための最良の形態における給電点6a～6hと給電点7a～7h)から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更するために、前記高周波電力給電回路から前記複数の放電電極へ高周波電力を供給するための複数の高周波ケーブル(例えば発明を実施するための最良の形態における同軸ケーブル8a～8hと同軸ケーブル9a～9h)の中の少なくとも1つに設けられるインピーダンス変更手段であることを特徴とする。

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、インピーダンス変更手段によ

り、高周波電力給電回路から複数の放電電極へ高周波電力を供給するための複数の高周波ケーブルのそれぞれと、対応する放電電極の給電点との間のインピーダンス整合を調整することで、それぞれの放電電極に給電される高周波電力を調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差を、インピーダンス整合の調整による放電電極の給電点における電圧調整によって容易に解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善し、物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

また、本発明のプラズマ化学蒸着装置は、上記プラズマ化学蒸着装置において、前記インピーダンス変更手段が、前記高周波ケーブルから分岐する分岐ケーブル（例えば発明を実施するための最良の形態における分岐ケーブル 22）により構成されたスタブであることを特徴とする。

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、複数の放電電極へ高周波電力を供給するための複数の高周波ケーブルのそれぞれと、対応する放電電極の給電点との間のインピーダンス整合をスタブにより調整することで、それぞれの放電電極に給電される高周波電力を容易に調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

従って、スタブを構成する分岐ケーブルを製膜室の外部に設ければ、製膜室内の状態に影響を与えることなく、それぞれの放電電極に給電される高周波電力を調整することができ、更に安定して物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

また、本発明のプラズマ化学蒸着装置は、上記プラズマ化学蒸着装置において、前記スタブが、前記分岐ケーブルの先端に接続された受動素子を備えると共に、該受動素子の定数の変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更することを特徴とする。

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、受動素子の定数の選び方で、スタブのインピーダンスを自由に設定することができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に合わせてスタブのインピーダンスを容易にかつ細かく設定することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させ、大面積基板における膜厚の分布特性の精度を向上させることができるという効果が得られる。

- 5      また、本発明のプラズマ化学蒸着装置は、上記プラズマ化学蒸着装置において、前記スタブが、前記分岐ケーブルのケーブル長の変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更することを特徴とする。

10      以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、分岐ケーブルのケーブル長の選び方で、スタブのインピーダンスを自由に設定することができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に合わせて、コストをかけずにスタブのインピーダンスを細かく設定することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させ、大面積基板における膜厚の分布特性の精度を向上させることができるという効果が得られる。

- 15      また、本発明のプラズマ化学蒸着装置は、上記プラズマ化学蒸着装置において、前記スタブが、前記分岐ケーブル自体の特性インピーダンスの変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更することを特徴とする。

20      以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、分岐ケーブル自体の特性インピーダンスの選び方で、スタブのインピーダンスを自由に設定することができる。

従って、コストをかけずにスタブのインピーダンスを細かく設定することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させ、大面積基板における膜厚の分布特性の精度を向上させることができるという効果が得られる。

- 25      また、本発明のプラズマ化学蒸着装置は、上記プラズマ化学蒸着装置において、前記電圧分布調整手段が、前記放電電極の給電点から前記放電電極の方向を見た時のインピーダンスを変更するために、前記放電電極と接地点との間に設けられるインピーダンス変更手段であることを特徴とする。

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、インピーダンス変更手段により、直接放電電極のインピーダンスを変更することで、それぞれの放電電極に給

電される高周波電力を調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差を、放電電極のインピーダンスの調整による放電電極の電圧調整によって容易に解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善し、物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

また、本発明のプラズマ化学蒸着装置は、上記プラズマ化学蒸着装置において、前記インピーダンス変更手段が、前記放電電極と前記接地点との間に接続された受動素子（例えば発明を実施するための最良の形態における終端用コイル 3 1 a ~ 3 1 d）を備えると共に、該受動素子の定数の変更によって、前記放電電極と前記接地点との間のインピーダンスを変更することを特徴とする。

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、受動素子の定数の選び方で、放電電極と接地点との間のインピーダンスを自由に設定することができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に合わせて放電電極と接地点との間のインピーダンスを容易にかつ細かく設定することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させ、大面積基板における膜厚の分布特性の精度を向上させることができるという効果が得られる。

本発明のプラズマ処理装置の基板処理方法は、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、処理用ガスが導入された処理室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、前記基板上の物質を処理するプラズマ処理装置の基板処理方法であって、前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整することにより、給電方向と直角の方向の前記基板端部の電圧分布と前記基板中央部の電圧分布とを均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させることを特徴とする。

以上の方法では、プラズマ処理装置において、基板全体において均一化された電圧分布により、膜厚が均一な基板を生成することができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に起因する局所的な膜厚分布の不均衡を



解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善することができるという効果が得られる。

本発明のプラズマ化学蒸着装置の製膜方法は、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、物質を含む製膜用ガスが導入された製膜室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置の製膜方法であって、前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整することにより、給電方向と直角の方向の前記基板端部の電圧分布と前記基板中央部の電圧分布とを均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させることを特徴とする。

以上の方法では、プラズマ化学蒸着装置において大面積基板を製膜する際に、基板全体において均一化された電圧分布により、膜厚が均一な基板を製膜することができる。

従って、物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の主要部を示すブロック図である。

図 2 は、同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の同軸ケーブルに設けられたスタブについて示した図である。

図 3 は、図 2 に示すスタブをモデル化した回路図である。

図 4 は、同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置のスタブにおける分岐ケーブルの長さ  $d$  に対するインピーダンス  $Z$  の特性を示す図である。

図 5 は、同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置における分岐ケーブルの長さに対する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。

図 6 は、同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置における分岐ケーブルの長さに対する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。

図 7 は、同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置における分岐ケーブルの長さに対する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。

図 8 は、本発明の第 2 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の製膜室内の主要部の構成を示す図である。

- 5 図 9 は、同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の終端コイルの位置及び定数に対する基板上の製膜速度のシミュレーション結果を示したグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

10 (第 1 の実施の形態)

まず、図面を参照して、本発明の第 1 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置について説明する。図 1 は、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の主要部の構成を示すブロック図である。

- 15 図 1 において、符号 1 は、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の製膜室であって、製膜室 1 内には、放電電極として用意されたラダー電極 2 と、ラダー電極 2 と所定の間隔をもって対面配置され、かつ接地されているアース電極（図示せず）と、該アース電極により保持された基板 3 とが備えられている。

- 20 また、製膜室 1 には、基板 3 への蒸着を希望するアモルファスシリコンや多結晶薄膜シリコン等の物質を含む製膜用ガスを導入するためのガス供給管 4 と、プラズマによる分解後のガスを排気するためのガス排気管 5 とが備えられ、製膜室 1 は、図示しないガス供給源からガス供給管 4 を介して製膜用ガスが供給されると共に、図示しない真空ポンプにより、ガス排気管 5 を介してプラズマによる分解後のガスが吸引される構成をなしている。

- 25 一方、ラダー電極 2 は、平行な複数本の縦方向電極棒 2 a と平行に対面配置された一対の横方向電極棒 2 b、2 c とを格子状に組み立ててなるものであり、更にラダー電極 2 は、アース電極（図示せず）により保持される基板 3 と平行に対面配置されている。また、ラダー電極 2 を構成する横方向電極棒 2 b には例えば 8 つの給電点 6 a ～ 6 h が設けられ、同様にラダー電極 2 を構成する横方向電極棒 2 c にも 8 つの給電点 7 a ～ 7 h が設けられている。なお、各給電点 6 a ～ 6

h、及び各給電点7 a～7 hは、それぞれが受け持つ縦方向電極棒2 aの本数が同じになるように横方向電極棒2 b、2 cを等分する位置にそれぞれ設けられている。

なお、基板3が例えば1100 [mm] × 1400 [mm] 角サイズである場合は、ラダー電極2は、1200 [mm] × 1500 [mm] 角サイズ程度の基板3よりも一回り大きなサイズのものを利用する。

また、給電点6 a～6 hには、製膜用ガスを分解するためのプラズマを発生させる高周波電力をラダー電極2へ給電するために、8本の同軸ケーブル8 a～8 hが接続されており、給電点6 a～6 hに接続された8本の同軸ケーブル8 a～8 hの反対側は、製膜室1の外部に配置された電力分配器10 aの出力端子に接続されている。

ここで電力分配器10 aは、高周波電源11 aの出力する高周波電力を均等に給電点6 a～6 hへ分配するための分配器であって、電力分配器10 aの入力端子は、効率よく高周波電力が供給されるように電力分配器10 aと高周波電源11 aとの間のインピーダンス整合を調整するためのマッチングボックス12 aを介して、高周波電源11 aへ接続されている。

同様に、給電点7 a～7 hには、製膜用ガスを分解するためのプラズマを発生させる高周波電力をラダー電極2へ給電するために、8本の同軸ケーブル9 a～9 hが接続されており、給電点7 a～7 hに接続された8本の同軸ケーブル9 a～9 hの反対側は、製膜室1の外部に配置された電力分配器10 bの出力端子に接続されている。また、電力分配器10 bの入力端子は、マッチングボックス12 bを介して、高周波電源11 bへ接続されている。

なお、ここで電力分配器10 bは、電力分配器10 aと同様に、高周波電源11 bの出力する高周波電力を均等に給電点7 a～7 hへ分配するための分配器である。また、マッチングボックス12 bは、マッチングボックス12 aと同様に、効率よく高周波電力が供給されるように電力分配器10 bと高周波電源11 bとの間のインピーダンス整合を調整するために用いられる。

また、電力分配器10 a、10 bと、高周波電源11 a、11 bと、マッチングボックス12 a、12 bは、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の高周波電

力給電回路を構成している。

このような構成により、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、真空状態にした製膜室 1 内に、ガス供給管 4 から例えばアモルファスシリコンを含む製膜用ガスを導入すると共に、ガス排気管 5 からプラズマによる分解後のガスを排気しながら、マッチングボックス 12 a と電力分配器 10 a とを介して、高周波電源 11 a からは、例えば周波数 60.0 MHz の高高周波 (VHF) 電力をラダー電極 2 へ給電する。

一方、マッチングボックス 12 b と電力分配器 10 b とを介して、高周波電源 11 b からは、高周波電源 11 a と同一周波数 60.0 MHz の高高周波 (VHF) 電力をラダー電極 2 へ給電し、高周波電源 11 a の位相を基準にして高周波電源 11 b の位相を時間的に変動させて、給電点 6 a ~ 6 h と 7 a ~ 7 h 間の縦方向電極棒 2 a の電圧分布の均一化を行う。また、この時、高周波電源 11 a 及び高周波電源 11 b から供給される全電力は、例えば 3000 W となるように調整する。

そして、この状態で 5 ~ 10 分間程度、ラダー電極 2 と基板 3 との間にプラズマを発生させると、プラズマ中でアモルファスシリコンを含む製膜用ガスが分解され、基板 3 の表面に希望のアモルファスシリコンの結晶が生成される。また、この時、高周波電源 11 a、11 b による同一周波数の高周波電力の位相差を時間的に変化させることにより、膜厚の均一化の妨げとなるラダー電極 2 上の定在波の発生を抑制し、給電方向の膜厚分布の均一化が促進される。

次に、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置において、上述のように物質を基板 3 に蒸着させる際の、給電方向と直角の方向の膜厚を均一化させる手段について説明する。

まず、同軸ケーブル 8 a ~ 8 h、及び同軸ケーブル 9 a ~ 9 h について更に説明すると、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、同軸ケーブル 8 a、8 b、8 g、8 h、9 a、9 b、9 g、9 h に、それぞれの同軸ケーブルと、対応する給電点 6 a、6 b、6 g、6 h、7 a、7 b、7 g、7 h との間のインピーダンス整合を調整するためのインピーダンス変更手段が設けられている。

具体的に図面を参照して説明すると、図 2 は、同軸ケーブル 8 a、8 b、8

g、8 h、9 a、9 b、9 g、9 hを代表して、同軸ケーブル8 hについて詳細に示した図であって、同軸ケーブル8 hは、製膜室1の外側（大気側）に、同軸ケーブル8 hを分岐するT字コネクタ2 1と、T字コネクタ2 1の分岐端子に接続された分岐ケーブル2 2とを備えている。

5      ここで、同軸ケーブル8 hからT字コネクタ2 1により分岐された分岐ケーブル2 2は、同軸ケーブル8 hに対するスタブを構成するものであって、該スタブのインピーダンスを調整することにより、給電点6 hから、電力分配器1 0 a方向（高周波電力給電回路方向）を見た場合のインピーダンスを変更することができる。

10      これを、図3に示すモデル化されたスタブを用いて説明すると、スタブに用いる分岐ケーブル2 2の特性インピーダンスを同軸ケーブル8 hの特性インピーダンス（例えば50 [オーム]）と同じ特性インピーダンス $Z_0$ 、分岐ケーブル2 2の長さを $d$ 、スタブ（分岐ケーブル2 2）の先端（T字コネクタ2 1の分岐端子とは反対の方向）に接続される負荷のインピーダンスを $Z_R$ とした時、T字コ  
15      ネクタ2 1の分岐端子からスタブ（分岐ケーブル2 2）の先端を見たインピーダンス $Z$ は、下記（1）式により求めることができる。

$$\dot{Z} = \dot{Z}_0 \cdot \frac{\dot{Z}_R + j \dot{Z}_0 \tan(\beta d)}{\dot{Z}_0 + j \dot{Z}_R \tan(\beta d)} \quad \dots (1)$$

但し  $\beta = 2\pi / \lambda$

なお、図2、図3及び（1）式において各要素の文字（インピーダンスを示す文字）上部に点が付与されているのは、各要素が抵抗成分とインダクタンス成分  
20      を含む複素数で表されることを示し、本実施の形態、及び後述する第2の実施の形態で扱うインピーダンスは、全て複素数で表されるものとする。

これにより、図4（a）に示すスタブ（分岐ケーブル2 2）の先端を短絡させた場合（短絡線路：インピーダンス $Z_R = 0$ ）における分岐ケーブル2 2の長さ  
25       $d$ に対するインピーダンス $Z$ の特性と、図4（b）に示すスタブ（分岐ケーブル2 2）の先端を開放させた場合（開放線路：インピーダンス $Z_R = \infty$ ）にお

ける分岐ケーブル 22 の長さ  $d$  に対するインピーダンス  $Z$  の特性とを比較してもわかるように、分岐ケーブル 22 の長さ  $d$  が同一でも、スタブ（分岐ケーブル 22）の先端を短絡あるいは開放するだけで、T 字コネクタ 21 の分岐端子からスタブ（分岐ケーブル 22）の先端を見たインピーダンス  $Z$  を変更することができる。

なお、図 4（a）、（b）に示すように、短絡線路及び開放線路では、電圧定在波の波節の点（短絡線路では  $d = 0, \lambda/2, \lambda \cdots$  の点、開放線路では  $d = \lambda/4, 3\lambda/4, 5\lambda/4$  の点）では電圧がゼロになるのでインピーダンス  $Z$  はゼロとなり、電圧定在波の波腹の点（短絡線路では  $d = \lambda/4, 3\lambda/4, 5\lambda/4$  の点、開放線路では  $d = 0, \lambda/2, \lambda \cdots$  の点）では電流がゼロになるのでインピーダンス  $Z$  は無限大となる。

従って、スタブのインピーダンス  $Z$  と T 字コネクタ 21 の入力端子から電力分配器 10a 方向（高周波電力給電回路方向）を見た場合のインピーダンスとの合成インピーダンスとなる、給電点 6h から、電力分配器 10a 方向（高周波電力給電回路方向）を見た場合のインピーダンスを、スタブ（分岐ケーブル 22）の先端の短絡あるいは開放の処理により変更することができる。

また、スタブ（分岐ケーブル 22）の先端を短絡あるいは開放のどちらかに固定した場合でも、分岐ケーブル 22 の長さ  $d$  を変更することにより、T 字コネクタ 21 の分岐端子からスタブ（分岐ケーブル 22）の先端を見たインピーダンス  $Z$  を変更することができる。従って、同様に給電点 6h から、電力分配器 10a 方向（高周波電力給電回路方向）を見た場合のインピーダンスを、分岐ケーブル 22 の長さ  $d$  によっても変更することができる。

更に、スタブ（分岐ケーブル 22）の先端にコイルやコンデンサ、または抵抗等の受動素子、あるいはこれらの複合回路による負荷を接続し、受動素子の定数変更により負荷のインピーダンス  $Z_R$  を変更することでも、T 字コネクタ 21 の分岐端子からスタブ（分岐ケーブル 22）の先端を見たインピーダンス  $Z$  を変更することができる。従って、同様に給電点 6h から、電力分配器 10a 方向（高周波電力給電回路方向）を見た場合のインピーダンスを、受動素子の定数変更によっても変更することができる。

また、スタブに用いる分岐ケーブル 2 2 自体の特性インピーダンスを同軸ケーブル 8 h の特性インピーダンスとは異なるものとするとしても、T 字コネクタ 2 1 の分岐端子からスタブ（分岐ケーブル 2 2）の先端を見たインピーダンス  $Z$  を変更することができる。従って、同様に給電点 6 h から、電力分配器 1 0 a 方向（高周波電力給電回路方向）を見た場合のインピーダンスを、分岐ケーブル 2 2 自体の特性インピーダンスによっても変更することができる。

なお、同軸ケーブル 8 h 以外の同軸ケーブル 8 a、8 b、8 g、9 a、9 b、9 g、9 h にも、同様の T 字コネクタ 2 1 と分岐ケーブル 2 2 が備えられている。

これにより、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、同軸ケーブル 8 a、8 b、8 g、8 h、9 a、9 b、9 g、9 h に設けられたスタブを用いて、同軸ケーブル 8 a、8 b、8 g、8 h、9 a、9 b、9 g、9 h と、対応する給電点 6 a、6 b、6 g、6 h、7 a、7 b、7 g、7 h との間のインピーダンス整合を調整し、給電点 6 a、6 b、6 g、6 h、7 a、7 b、7 g、7 h に給電される高周波電力、すなわちラダー電極 2 を構成する平行な複数本の縦方向電極棒 2 a に給電される高周波電力をそれぞれ調整することで、基板左右部（給電方向と直角の方向の基板端部）の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

そのため、プラズマを発生させるためにラダー電極 2 と基板 3 との間に印加される電圧分布を基板 3 全体において均一化させ、均一化された電圧分布により膜厚が均一な基板を製膜することができる。

図 5 は、一例として、同軸ケーブル 8 a、8 h、9 a、9 h に分岐ケーブル 2 2 の先端が開放されたスタブを配置し、分岐ケーブル 2 2 の長さ  $d$  を変更した場合に、図 1 に示す放電電極中央位置 S において給電方向に対し直角の方向に発生する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。図 5 に示すように、同軸ケーブル 8 a、8 h、9 a、9 h が接続される給電点 6 a、6 h、7 a、7 h に対応する基板 3 の一方の端から 1 0 0 ~ 3 0 0 [mm] 程度、及び 1 3 0 0 ~ 1 5 0 0 [mm] 程度の電圧分布を、分岐ケーブル 2 2 の長さ  $d$  により有効に調整可能なことがわかる。

また、図6は、一例として、同軸ケーブル8b、8g、9b、9gに分岐ケーブル22の先端が開放されたスタブを配置し、分岐ケーブル22の長さdを変更した場合に、図1に示す放電電極中央位置Sにおいて給電方向に対し直角の方向に発生する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。図6に示すように、同軸ケーブル8b、8g、9b、9gが接続される給電点6b、6g、7b、7gに対応する基板3の一方の端から200~400 [mm] 程度、及び1200~1400 [mm] 程度の電圧分布を、分岐ケーブル22の長さdにより有効に調整可能なことがわかる。

更に、図7は、一例として、同軸ケーブル8a、8b、8g、8h、9a、9b、9g、9hに分岐ケーブル22の先端が開放されたスタブを配置し、分岐ケーブル22の長さdを変更した場合に、図1に示す放電電極中央位置Sにおいて給電方向に対し直角の方向に発生する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。この例では、図5及び図6に示すスタブの効果が合成され、図7に示すように、同軸ケーブル8a、8b、8g、8h、9a、9b、9g、9hが接続される給電点6a、6b、6g、6h、7a、7b、7g、7hに対応する基板3の一方の端から100~400 [mm] 程度、及び1200~1500 [mm] 程度の電圧分布を、分岐ケーブル22の長さdにより有効に調整可能なことがわかる。

なお、図5、図6、及び図7に示すシミュレーションの計算条件は、(1) 電子質量： $9.11 \times 10^{-31}$  [kg]、(2) 高周波電力周波数：60 [MHz]、(3) ガス圧：6.66 [Pa]、(4) 電子温度：3.0 [eV]、(5) 電極対向電極間距離：38 [mm]、(6) 電子質量： $1.62 \times 10^{-19}$  [C]、(7) ラダー導電体半径：5 [mm]、(8) 電子密度： $5.0 \times 10^8$  [1/cc]、(9) 誘電率： $8.854 \times 10^{-12}$  [F/m]、(10) シース長/デバイス長：2 [倍] とした。また、図5、及び図6において示す「 $1/\epsilon_n$ 」は、波長 $\lambda$ で表された分岐ケーブル22の長さdを、実際の高周波電力の波長 $\lambda$ に合わせて数値化した値である。

本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、図5、図6、及び図7を参照してスタブの条件を求めた結果、同軸ケーブル8a、8b、8g、8h、9a、9



b、9 g、9 hに分岐ケーブル22の先端が開放されたスタブを配置した場合は、同軸ケーブル8 a、8 h、9 a、9 hに配置したスタブの分岐ケーブル22の長さdを $d = \lambda / 2$ とし、同軸ケーブル8 b、8 g、9 b、9 gに配置したスタブの分岐ケーブル22の長さdを $d = \lambda / 2$ とした時に、最適な状態が得られた。具体的には、高周波電源11 a、11 bによる同一周波数の高周波電力の位相差を時間的に変化させることで、膜厚の均一化の妨げとなるラダー電極2上の定在波の発生を抑制する方向に十分に調整した効果と合わせて、基板3全体の膜厚の誤差が膜厚自体の $\pm 10\%$ 程度の値まで改善することができる。

10    なお、上述の実施の形態では、同軸ケーブル8 a～8 h、及び同軸ケーブル9 a～9 hの中で、同軸ケーブル8 a、8 b、8 g、8 h、9 a、9 b、9 g、9 hにスタブを配置する場合を説明したが、スタブを配置する同軸ケーブルの位置及び数は、これら8個のスタブに限らず、同軸ケーブル8 a～8 h、及び同軸ケーブル9 a～9 hがこれより多くなった場合も含め、どの同軸ケーブルに配置しても良い。従って、n本（nは正の整数）の同軸ケーブルに対するスタブの配置  
15    の組合せは、同軸ケーブルを1本、2本、3本、・・・n本ずつ選択する組合せ数の総計数だけ考えられる。

また給電点から電力分配器方向（高周波電力給電回路方向）を見た場合のインピーダンスを変更する手段は、上述のようなスタブに限らず、それぞれの同軸ケーブルと、対応する給電点との間のインピーダンス整合を調整することができる  
20    ものであれば、どのような手段であっても良い。

以上説明したように、本発明の第1の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置は、基板3の表面に希望の物質を蒸着させる際に、高周波電源11 a、11 bによる周波数が同一な高周波電力をラダー電極2に供給し、高周波電源11 a、11 b  
25    による同一周波数の高周波電力の位相差を時間的に変化させることで、膜厚の均一化の妨げとなるラダー電極2上の定在波の発生を抑制し、給電方向の膜厚分布の均一化を促進すると共に、給電方向と直角の方向の膜厚を均一化させるように、高周波電力給電回路からラダー電極2へ高周波電力を供給するための複数の同軸ケーブルに配置したスタブにより、同軸ケーブルのそれぞれと、対応するラ

ダー電極 2 の給電点との間のインピーダンス整合を調整することで、ラダー電極 2 のそれぞれの縦方向電極棒 2 a に給電される高周波電力を調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

従って、大面積基板における膜厚の分布特性を改善し、物質が蒸着された基板  
5 生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

特に、P i N 構造を持つ例えばアモルファスシリコン太陽電池等に用いる基板を製膜する際に、p 層、i 層、n 層のいずれも有効に製膜することができ、電池性能を大きく向上させることができる。また、膜厚分布が均一化するため、プロ  
10 セス中のレーザエッチング工程におけるレーザ切れが大幅に向上すると共に、製品の概観が良くなるという効果も得られる。更に、製膜室内への物質の付着も均一化されるため、セルフクリーニング時のクリーニング時間を短縮し、クリーニング前後における製膜への影響も最小化できるという効果も得られる。

#### (第 2 の実施の形態)

15 次に、図面を参照して、本発明の第 2 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置について説明する。第 1 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置が、高周波電力給電回路からラダー電極 2 へ高周波電力を供給するための複数の同軸ケーブルに配置したスタブにより、同軸ケーブルのそれぞれと、対応するラダー電極 2 の給電点との間のインピーダンス整合を調整することで、ラダー電極 2 のそれぞれの縦方  
20 向電極棒 2 a に給電される高周波電力を調整していたのに対し、第 2 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、同軸ケーブルにスタブは設けず、ラダー電極 2 側のインピーダンスを変更することで、同軸ケーブルのそれぞれと、対応するラダー電極 2 の給電点との間のインピーダンス整合を調整する場合について説明する。

25 従って、以下の説明ではプラズマ化学蒸着装置の製膜室 1 内の構成についてのみ説明し、その他の構成は、上述のように同軸ケーブルにスタブを設けないことを除き、図 1 を用いて説明した第 1 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置と同一であるので、ここでは説明を省略する。図 8 は、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の製膜室 1 内の主要部の構成を示す図である。

図8において、終端コイル31a、31bは、主に、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の8つの給電点6a～6hよりラダー電極2の方向を見た場合のインピーダンスを変更するために、基板3の基板左右部（給電方向と直角の方向の基板端部）近傍において、ラダー電極2を構成する横方向電極棒2bと接地点

（例えば図示しないアース電極）との間に接続されたコイルであって、コイルのインピーダンスとラダー電極2のインピーダンスとの合成インピーダンスが、給電点6a～6hよりラダー電極2の方向を見た場合のインピーダンスとなる。

同様に、図8において、終端コイル31c、31dは、主に、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の8つの給電点7a～7hよりラダー電極2の方向を見た場合のインピーダンスを変更するために、基板3の基板左右部（給電方向と直角の方向の基板端部）近傍において、ラダー電極2を構成する横方向電極棒2cと接地点（例えば図示しないアース電極）との間に接続されたコイルであって、コイルのインピーダンスとラダー電極2のインピーダンスとの合成インピーダンスが、給電点7a～7hよりラダー電極2の方向を見た場合のインピーダンスとなる。

これにより、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、終端コイル31a～31dの定数を変更することにより、同軸ケーブル8a～8h、及び同軸ケーブル9a～9hと、対応する給電点6a～6h、及び給電点7a～7hとの間のインピーダンス整合を調整し、ラダー電極2を構成する平行な複数本の縦方向電極棒2aに給電される高周波電力を調整することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

図9は、終端コイル31a～31dの定数Lをパラメータにして、終端コイル31a～31dの挿入位置（図9の中ではコイルを模した記号で示す）と、調整された電圧分布による放電電極中央位置（図8に示す放電電極中央位置S）における製膜速度比率の関係をシミュレーションした結果である。図9に示すように、ラダー電極2上の調整された電圧分布による基板3上の製膜速度を、終端コイル31a～31dの定数により有効に調整可能なことがわかる。

従って、終端コイル31a～31dにより、プラズマを発生させるためにラダー電極2と基板3との間に印加される電圧分布を基板3全体において均一化さ

せ、均一化された電圧分布により膜厚が均一な基板を製膜することができる。

なお、上述の実施の形態では、給電点からラダー電極 2 の方向を見た場合のインピーダンスを変更するために、ラダー電極 2 と接地点との間に接続された終端コイル 3 1 a ~ 3 1 d を用いたが、終端コイル 3 1 a ~ 3 1 d の代わりに、コンデンサや抵抗等の受動素子、あるいはコイルを含むこれらの複合回路を接続し、受動素子の定数変更により、給電点からラダー電極 2 の方向を見た場合のインピーダンスを変更するようにしても良い。更に、インピーダンスを変更するための終端コイル、及びコンデンサや抵抗等の受動素子、あるいはコイルを含むこれらの複合回路の数は、上述のように 4 個に限らず、いくつあっても良い。

また給電点からラダー電極の方向を見た場合のインピーダンスを変更する手段は、上述のような受動素子やその複合回路に限らず、それぞれの同軸ケーブルと、対応する給電点との間のインピーダンス整合を調整することができるものであれば、どのような手段であっても良い。

以上説明したように、本発明の第 2 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置は、基板 3 の表面に希望の物質を蒸着させる際に、高周波電源 1 1 a、1 1 b による周波数が同一な高周波電力をラダー電極 2 に供給し、高周波電源 1 1 a、1 1 b による同一周波数の高周波電力の位相差を時間的に変化させることで、膜厚の均一化の妨げとなるラダー電極 2 上の定在波の発生を抑制し、給電方向の膜厚分布の均一化を促進すると共に、給電方向と直角の方向の膜厚を均一化させるように、ラダー電極 2 に挿入した終端コイル 3 1 a ~ 3 1 d により、同軸ケーブルのそれぞれと、対応するラダー電極 2 の給電点との間のインピーダンス整合を調整することで、ラダー電極 2 のそれぞれの縦方向電極棒 2 a に給電される高周波電力を調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

従って、第 1 の実施の形態と同様に、大面積基板における膜厚の分布特性を改善し、物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

なお、上述の第 1、第 2 の実施の形態では、同軸ケーブルに配置するスタブ（インピーダンス調整手段）によるインピーダンスの調整と、ラダー電極 2 に挿

入する終端コイル（インピーダンス調整手段）によるインピーダンスの調整とを、それぞれ独立に実施する場合を説明したが、両方を同時に実施するようにしても良い。これにより、両者のインピーダンス調整の組合せにより、更に細かい電圧分布の調整が可能となる。

- 5     また、上述の第 1、第 2 の実施の形態では、プラズマを発生させることで基板上に物質を蒸着させる場合を説明したが、ラダー電極 2 に給電する高周波電力を調整することで、発生したプラズマを利用した基板上の物質のエッチング処理を行うこともできる。

## 請 求 の 範 囲

1. 高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、処理用ガスが導入された処理室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、前記基板上の物質を処理するプラズマ処理装置において、
  - 5 前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整するための電圧分布調整手段を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。
2. 高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、物質を含む製膜用ガスが導入された製膜室内の前記放電電極と基板との間に  
10 プラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置において、  
前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整するための電圧分布調整手段を備えたことを特徴とするプラズマ化学蒸着装置。
- 15 3. 前記電圧分布調整手段が、  
前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更するために、前記高周波電力給電回路から前記複数の放電電極へ高周波電力を供給するための複数の高周波ケーブルの中の少なくとも1つに設けられるインピーダンス変更手段である  
20 ことを特徴とする請求項2に記載のプラズマ化学蒸着装置。
4. 前記インピーダンス変更手段が、  
前記高周波ケーブルから分岐する分岐ケーブルにより構成されたスタブであることを特徴とする請求項3に記載のプラズマ化学蒸着装置。
5. 前記スタブが、  
25 前記分岐ケーブルの先端に接続された受動素子を備えと共に、該受動素子の定数の変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更する  
ことを特徴とする請求項4に記載のプラズマ化学蒸着装置。
6. 前記スタブが、

前記分岐ケーブルのケーブル長の変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更することを特徴とする請求項 4 に記載のプラズマ化学蒸着装置。

7. 前記スタブが、

- 5 前記分岐ケーブル自体の特性インピーダンスの変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更することを特徴とする請求項 4 に記載のプラズマ化学蒸着装置。

8. 前記電圧分布調整手段が、

- 10 前記放電電極の給電点から前記放電電極の方向を見た時のインピーダンスを変更するために、前記放電電極と接地点との間に設けられるインピーダンス変更手段である

ことを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ化学蒸着装置。

9. 前記インピーダンス変更手段が、

- 15 前記放電電極と前記接地点との間に接続された受動素子を備えると共に、該受動素子の定数の変更によって、前記放電電極と前記接地点との間のインピーダンスを変更する

ことを特徴とする請求項 8 に記載のプラズマ化学蒸着装置。

- 20 10. 高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、処理用ガスが導入された処理室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、前記基板上の物質を処理するプラズマ処理装置の基板処理方法であって、

- 25 前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整することにより、給電方向と直角の方向の前記基板端部の電圧分布と前記基板中央部の電圧分布とを均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させる

ことを特徴とするプラズマ処理装置の基板処理方法。

11. 高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、物質を含む製膜用ガスが導入された製膜室内の前記放電電極と基板との間に

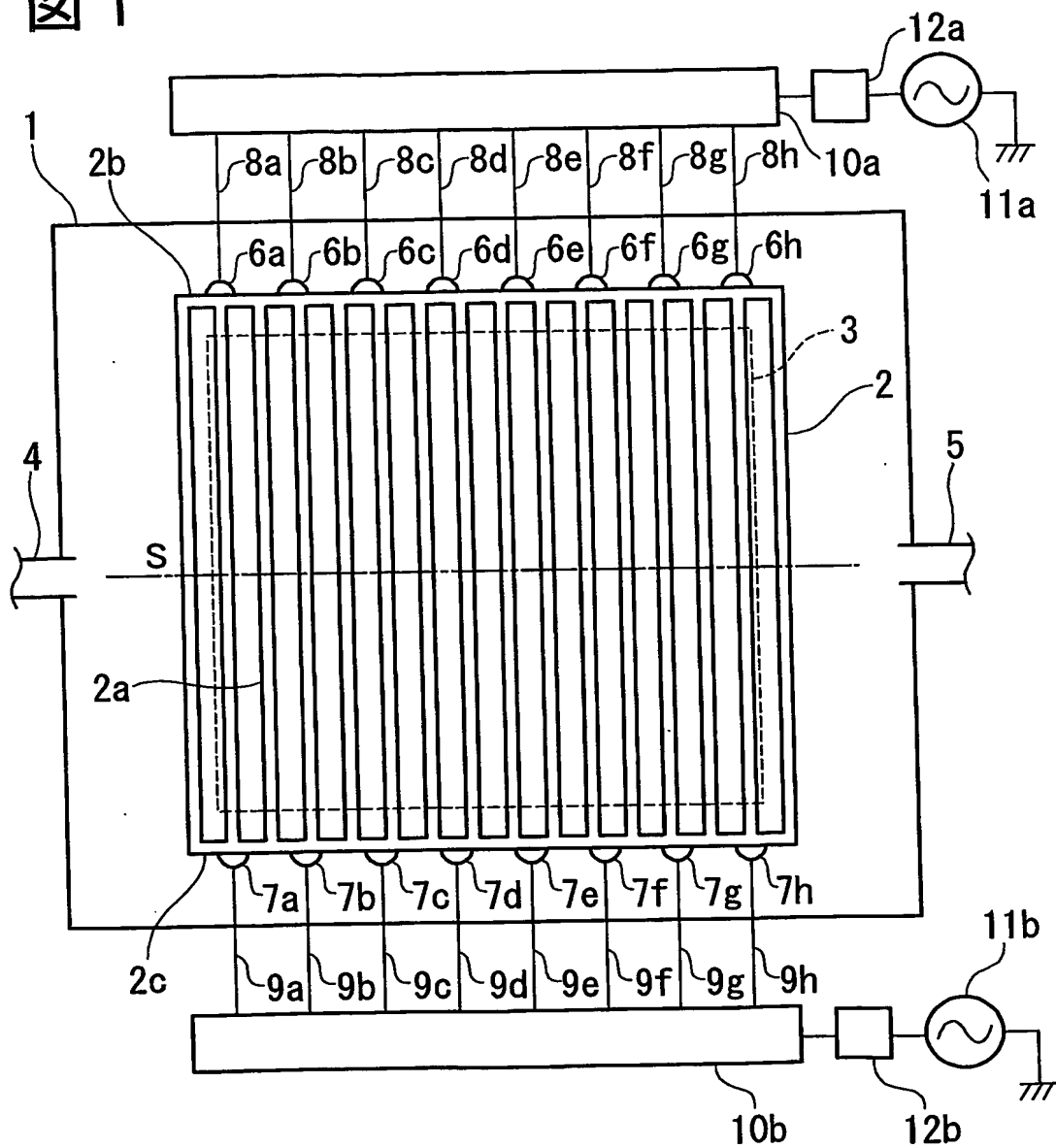
プラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置の製膜方法であって、

- 5 前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整することにより、給電方向と直角の方向の前記基板端部の電圧分布と前記基板中央部の電圧分布とを均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させる
- ことを特徴とするプラズマ化学蒸着装置の製膜方法。



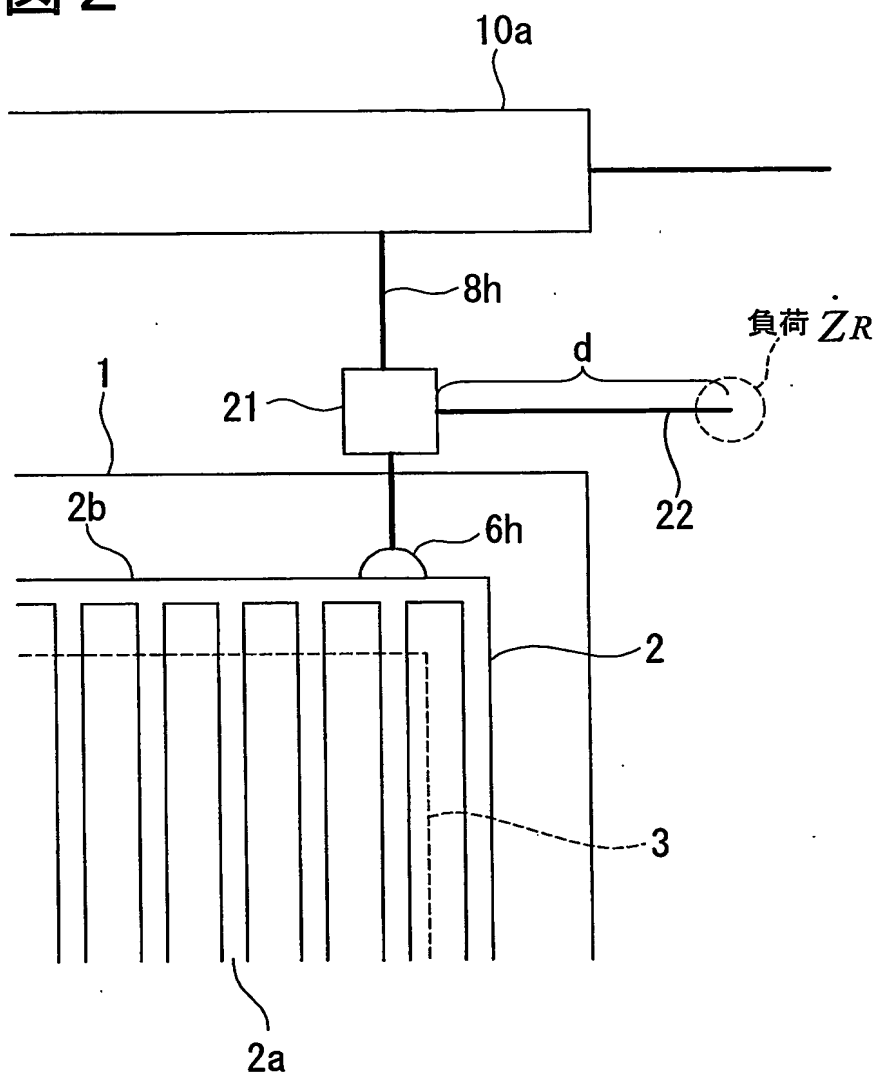
1/9

図 1



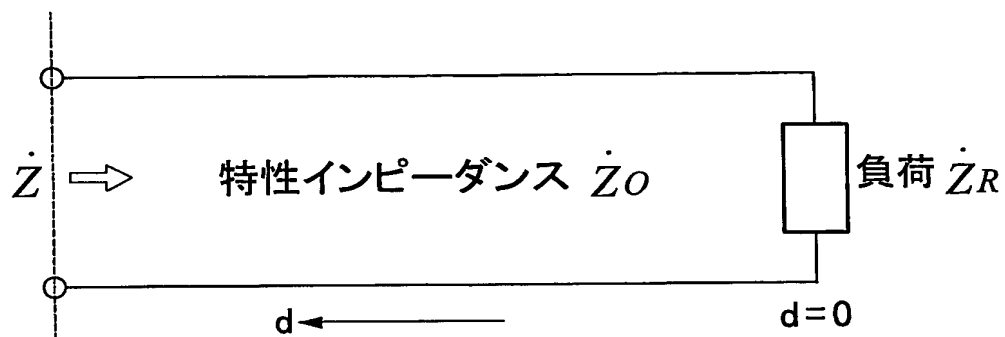
2/9

図 2



3/9

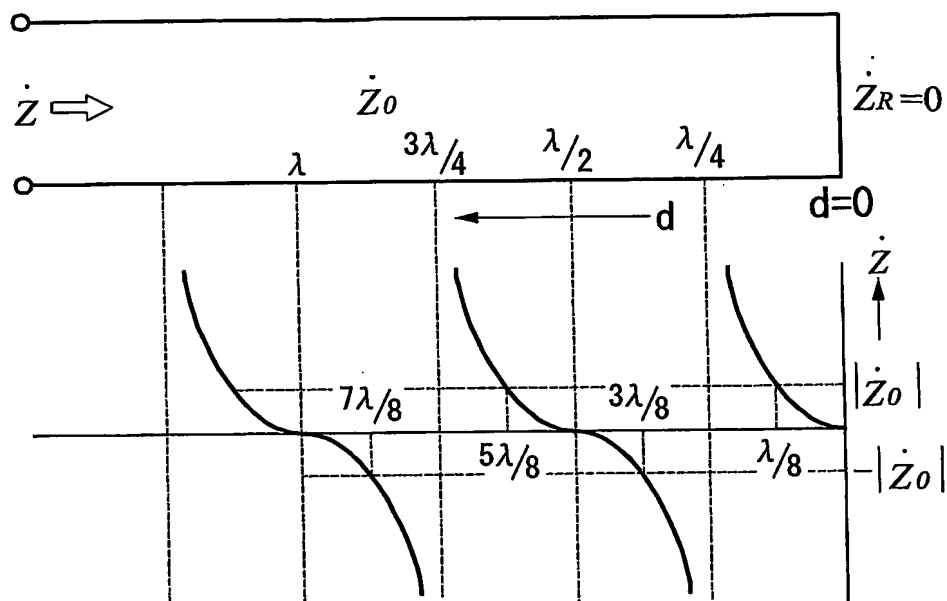
図 3



4/9

図 4

(a)



(b)

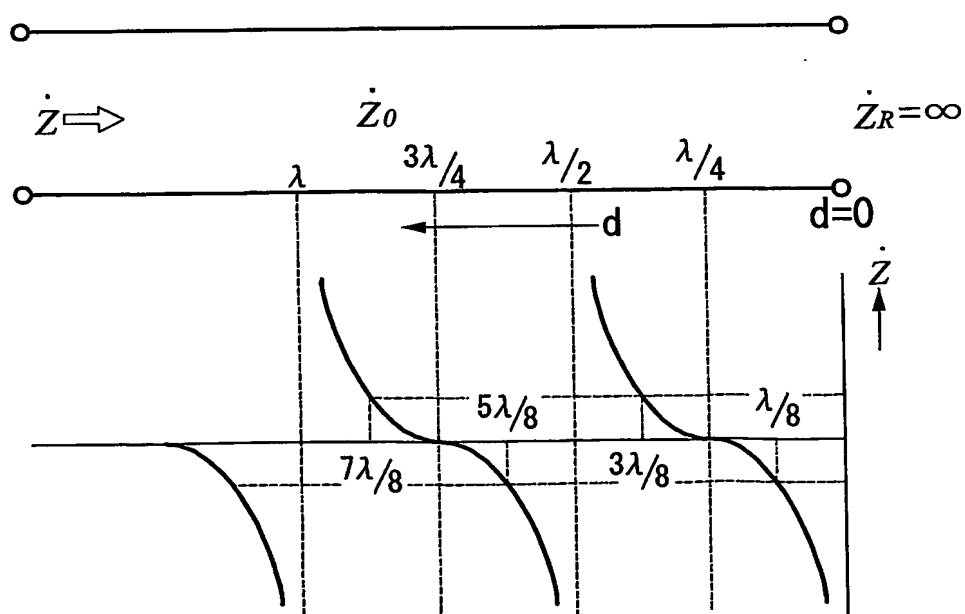


図5

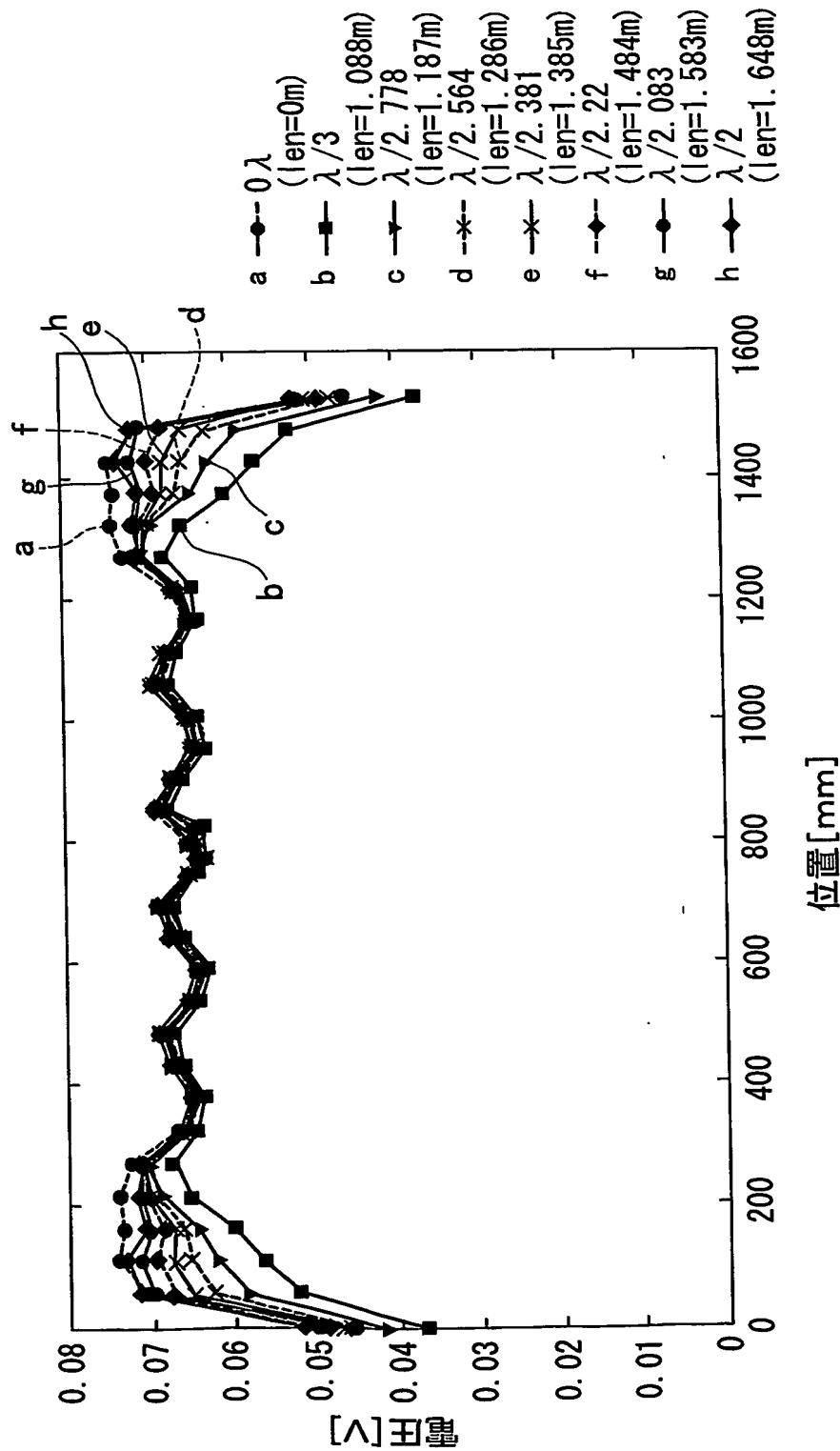


図 6

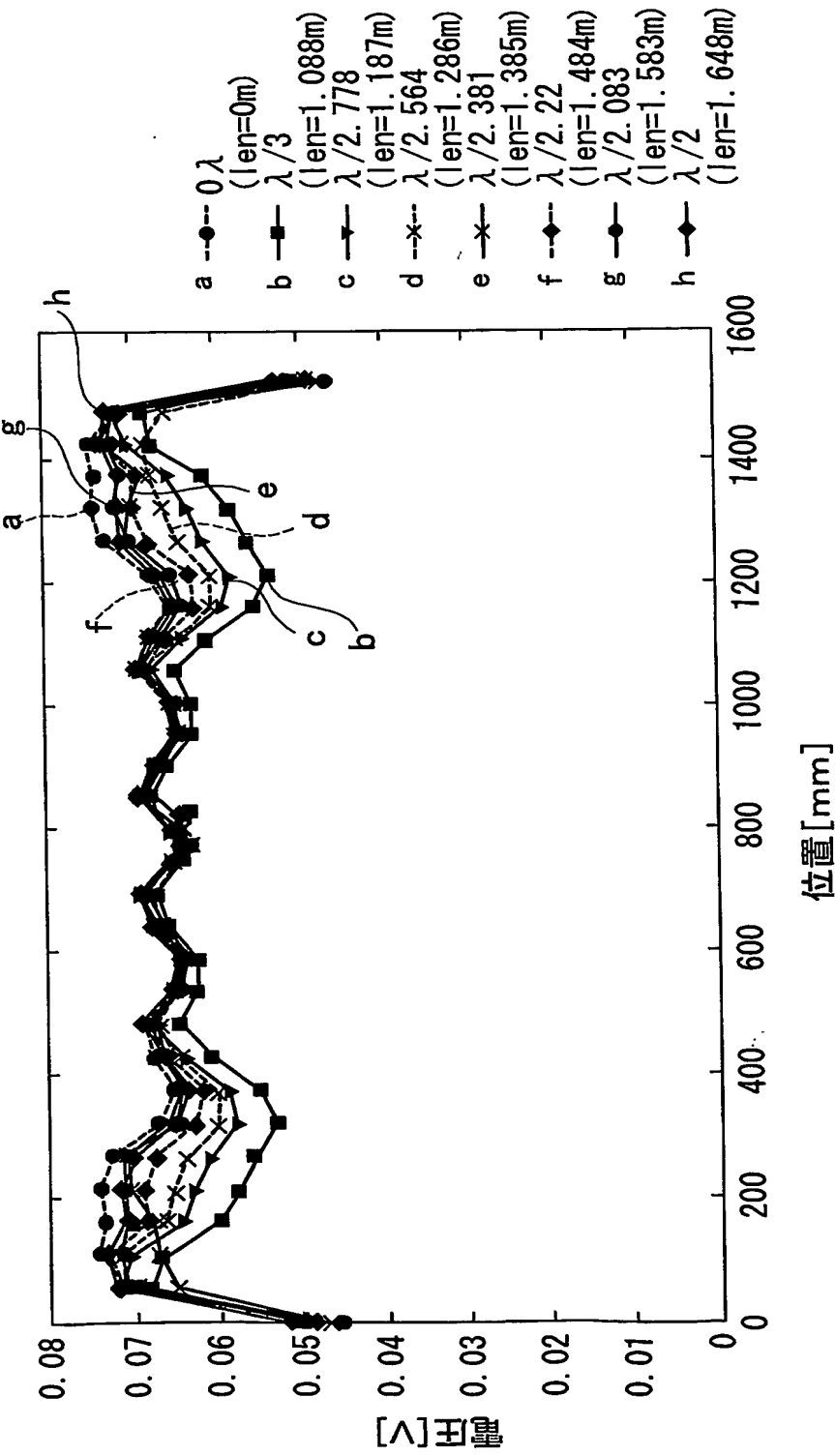


図7

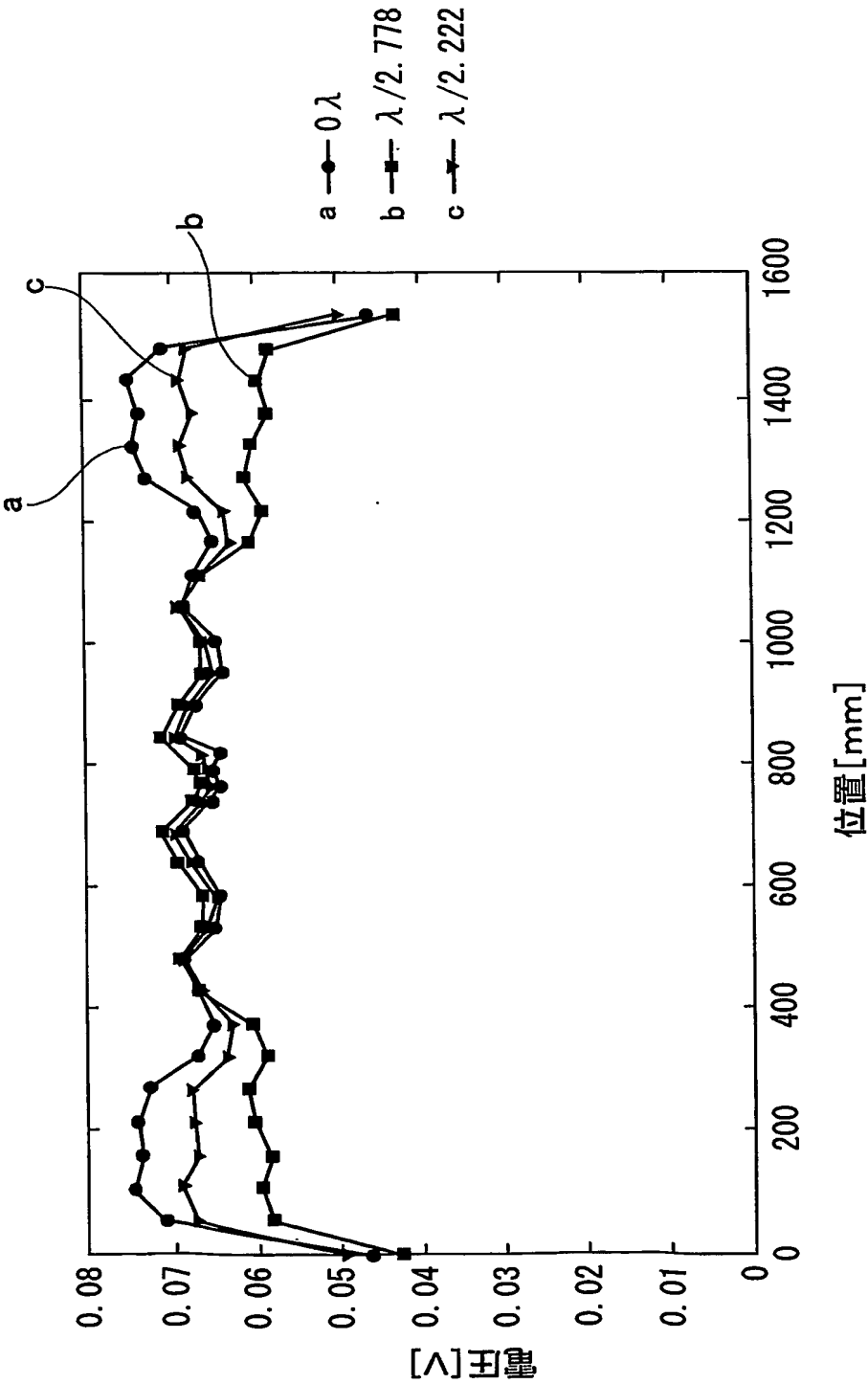


图 8

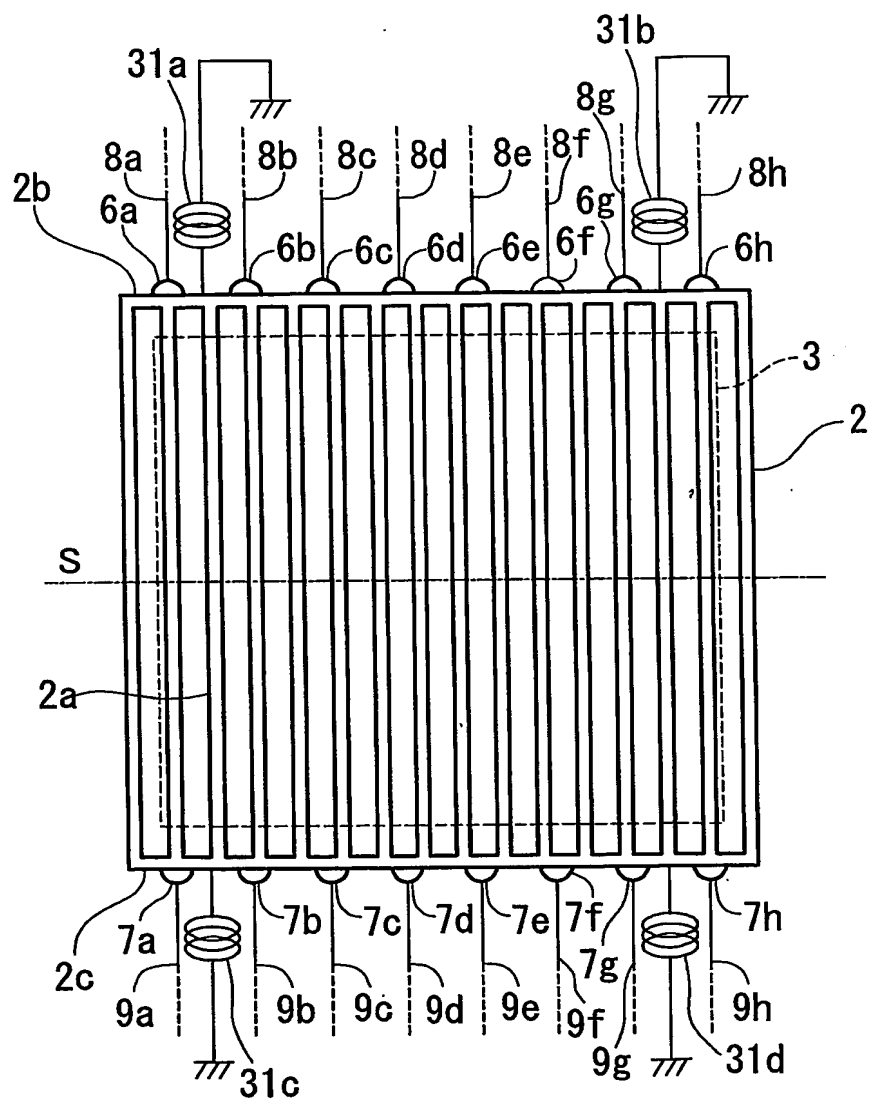
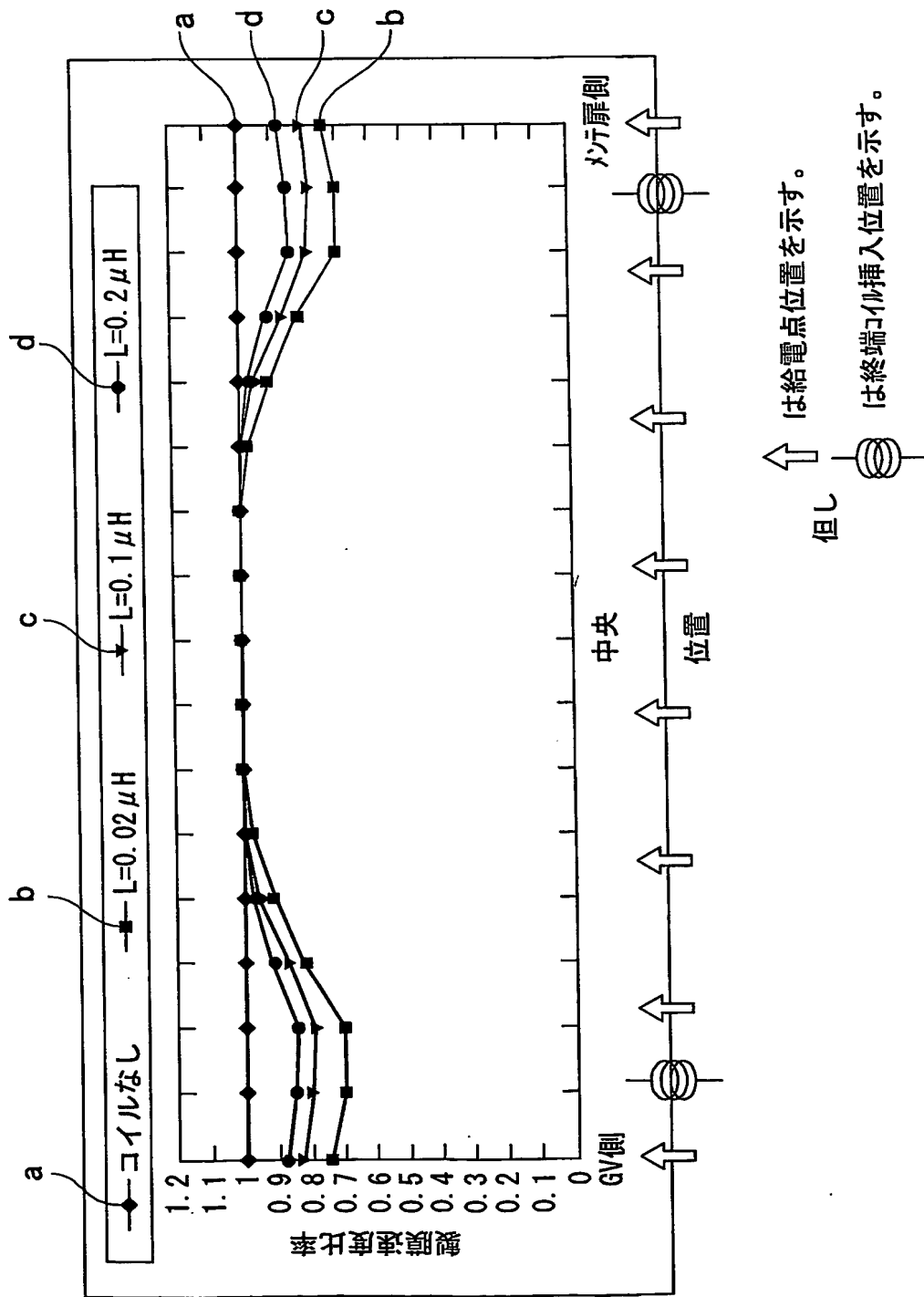




図9



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/12563

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> C23C16/509, H01L21/205, H05H1/46, B01J19/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C23C16/50-16/517, H01L21/205, H05H1/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>X</u> Y A	EP 0955665 A2 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.), 10 November, 1999 (10.11.99), Claims; examples & JP 2961103 B1 Claims; examples & AU 9912141 A & US 2002/000201 A1 & DE 69906180 E	<u>1, 2, 3, 11, 12</u> 4, 6 5, 7-10
<u>X</u> Y A	JP 2000-58465 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.), 25 February, 2000 (25.02.00), Par. Nos. [0012] to [0020], [0043] to [0046] & EP 961307 A1 & AU 9917371 A & KR 99087863 A	<u>1, 2, 3, 11, 12</u> 4, 6 5, 7-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
25 December, 2003 (25.12.03)

Date of mailing of the international search report  
20 January, 2004 (20.01.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**BEST AVAILABLE COPY**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12563

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2816365 B2 (Kabushiki Kaisha Yuha Mikakuto Seimitsu Kogaku Kenkyusho), 27 October, 1998 (27.10.98), Column 13, lines 34 to 47; Fig. 1 (Family: none)	4, 6
A	JP 2001-274099 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.), 05 October, 2001 (05.10.01), Full text & US 2001/021422 A1 & AU 200111108 A & EP 1134773 A & KR 2001091880 A & TW 507256 A	1-12
A	JP 2001-7028 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.), 12 January, 2001 (12.01.01), Full text & WO 00/79844 A1 & AU 200052496 A & EP 1107653 A1 & KR 2001072478 A & TW 451306 A & US 6417079 B1	1-12
A	JP 2001-321662 A (Nihon Koshuha Co., Ltd.), 20 November, 2001 (20.11.01), Full text (Family: none)	1-12

**BEST AVAILABLE COPY**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C23C16/509, H01L21/205, H05H1/46, B01J19/08

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C23C16/50-16/517, H01L21/205, H05H1/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	EP 0955665 A2 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 1999.11.10 claim, example, & JP 2961103 B1, 特許請求の範囲, 実施例, & AU 9912141 A, & US 2002/000201 A1, & DE 69906180 E	1,2,3,11,12 4,6 5,7-10
X Y A	JP 2000-58465 A (三菱重工業株式会社) 2000.02.25 [0012]-[0020], [0043]-[0046], & EP 961307 A1, & AU 9917371 A, & KR 99087863 A	1,2,3,11,12 4,6 5,7-10
Y	JP 2816365 B2 (株式会社ユーハ味覚糖精密工学研究所) 1998.10.27 第13欄第34-47行, 第1図, (ファミリーなし)	4,6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.12.03

国際調査報告の発送日

20.1.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮澤 尚之



4G

9278

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

## C (続き) 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-274099 A (三菱重工業株式会社) 2001.10.05 全文, & US 2001/021422 A1, & AU 200111108 A, & EP 1134773 A, & KR 2001091880 A, & TW 507256 A	1-12
A	JP 2001-7028 A (三菱重工業株式会社) 2001.01.12 全文, & WO 00/79844 A1, & AU 200052496 A, & EP 1107653 A1, & KR 2001072478 A, & TW 451306 A, & US 6417079 B1	1-12
A	JP 2001-321662 A (日本高周波株式会社) 2001.11.20 全文, (ファミリーなし)	1-12